

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Многоканальные цифровые системы передачи

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **11.03.01 Радиотехника**

Направленность (профиль): **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**

Кафедра: **РЗИ, Кафедра радиоэлектроники и защиты информации**

Курс: **4**

Семестр: **7**

Учебный план набора 2014 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 7 семестр | Всего | Единицы |
|---|------------------------------|-----------|-------|---------|
| 1 | Лекции | 36 | 36 | часов |
| 2 | Практические занятия | 36 | 36 | часов |
| 3 | Лабораторные работы | 24 | 24 | часов |
| 4 | Всего аудиторных занятий | 96 | 96 | часов |
| 5 | Из них в интерактивной форме | 21 | 21 | часов |
| 6 | Самостоятельная работа | 48 | 48 | часов |
| 7 | Всего (без экзамена) | 144 | 144 | часов |
| 8 | Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| 9 | Общая трудоемкость | 180 | 180 | часов |
| | | 5.0 | 5.0 | 3.E |

Экзамен: 7 семестр

Томск 2017

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.01 Радиотехника, утвержденного 06 марта 2015 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры « ___ » _____ 20__ года, протокол № _____.

Разработчики:

зав.кафедрой каф. ТОР _____ А. Я. Демидов

доцент каф.ТОР _____ К. Ю. Попова

Заведующий обеспечивающей каф.
ТОР

_____ А. Я. Демидов

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан РТФ _____ К. Ю. Попова

Заведующий выпускающей каф.
РЗИ _____ А. С. Задорин

Эксперты:

доцент каф.ТОР _____ С. И. Богомолов

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Изучение студентами общих принципов построения и функционирования многоканальных цифровых систем передачи (МЦСП)

Изучение принципов организации цифровых линейных трактов (ЦЛТ)

Ознакомление с техническими характеристиками и перспективами развития современных средств связи.

Приобретение необходимых практических навыков построения проводных и беспроводных сетей

1.2. Задачи дисциплины

– Изучение физических принципов построения и теоретических основ построения и функционирования многоканальных системы передачи информации.

– Получение необходимых знаний по структурной организации многоканальной радиосвязи и радиодоступа.

– Изучение характеристик и стандартов современных систем многоканальной радиосвязи.

– Ознакомление с перспективами развития элементной базы цифровых систем связи.

–

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Многоканальные цифровые системы передачи» (Б1.В.ОД.13) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Общая теория радиосвязи, Проектирование устройств приема и обработки сигналов, Устройства генерирования и формирования сигналов.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-6 готовностью выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** принципы построения современных систем цифровой связи; методы расчета типовых аналоговых и цифровых устройств многоканальных цифровых систем передачи информации; современные и перспективные направления развития телекоммуникационных сетей и систем; принципы синхронизации в современных системах цифровой связи; основные причины возникновения ошибок при передаче цифровой информации по линейным трактам современное состояние цифровых устройств обработки сигналов и перспективные направления её развития; требования стандартизации, метрологического обеспечения при разработке и эксплуатации устройств и систем электросвязи.

– **уметь** формулировать основные технические требования к цифровым системам; проводить математический анализ физических процессов в аналоговых и цифровых устройствах формирования, преобразования и обработки сигналов, оценивать реальные и предельные возможности пропускной способности и помехоустойчивости телекоммуникационных систем. оценивать основные проблемы, связанные с эксплуатацией и внедрением цифровых систем передачи в современные телекоммуникационные сети объяснять назначение и принципы работы основных узлов цифровых систем передачи

– **владеть** навыками экспериментального исследования работы устройств цифровой связи в рамках физического и математического моделирования; навыками оценки влияния различных факторов на основные параметры каналов и трактов цифровых систем передачи; навыками компьютерного проектирования и расчета аналоговых, цифровых и микропроцессорных телекоммуникационных устройств.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|-----------------------------------------------|-------------|-----------|
| | | 7 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 96 | 96 |
| Лекции | 36 | 36 |
| Практические занятия | 36 | 36 |
| Лабораторные работы | 24 | 24 |
| Из них в интерактивной форме | 21 | 21 |
| Самостоятельная работа (всего) | 48 | 48 |
| Выполнение домашних заданий | 2 | 2 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 16 | 16 |
| Проработка лекционного материала | 10 | 10 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 20 | 20 |
| Всего (без экзамена) | 144 | 144 |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 |
| Общая трудоемкость ч | 180 | 180 |
| Зачетные Единицы | 5.0 | 5.0 |

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

| Названия разделов дисциплины | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|----------------------------------------------------------------------|--------|----------------------|---------------------|------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| | | | | | | |
| 1 Введение | 2 | 2 | 0 | 1 | 5 | ПК-6 |
| 2 Методы цифровой модуляции в многоканальных цифровых системах связи | 8 | 8 | 8 | 8 | 32 | ПК-6 |
| 3 Методы организации каналов множественного доступа | 8 | 8 | 4 | 6 | 26 | ПК-6 |
| 4 Псевдослучайные последовательности в многоканальных системах связи | 2 | 4 | 0 | 4 | 10 | ПК-6 |
| 5 Принцип повторного использования частот в сотовых системах связи | 2 | 2 | 0 | 0 | 4 | ПК-6 |

| | | | | | | |
|------------------------------------------------|----|----|----|----|-----|------|
| 6 Системы мобильной связи второго поколения | 8 | 2 | 4 | 8 | 22 | ПК-6 |
| 7 Системы мобильной связи третьего поколения | 2 | 2 | 0 | 3 | 7 | ПК-6 |
| 8 Системы мобильной связи четвертого поколения | 4 | 8 | 8 | 18 | 38 | ПК-6 |
| Итого за семестр | 36 | 36 | 24 | 48 | 144 | |
| Итого | 36 | 36 | 24 | 48 | 144 | |

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

| Названия разделов | Содержание разделов дисциплины по лекциям | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------|
| 7 семестр | | | |
| 1 Введение | Основные понятия и определения. Классификация цифровых систем передачи. Формирование цифрового сигнала. Иерархия цифровых телекоммуникационных систем. Обобщённая структура цифрового канала. | 2 | ПК-6 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Методы цифровой модуляции в многоканальных цифровых системах связи | Квадратурное представление узкополосного сигнала, квадратурный модулятор. Многопозиционная квадратурная амплитудная модуляция QAM-M. Частотная манипуляция с минимальным сдвигом MSK. Модуляция $\pi/4$ DQPSK. Ортогональная модуляция. Ортогональное частотное мультиплексирование данных OFDM. | 8 | ПК-6 |
| | Итого | 8 | |
| 3 Методы организации каналов множественного доступа | Классификация методов уплотнения каналов. Частотное не ортогональное уплотнение каналов, защитный интервал. Временное синхронное и асинхронное уплотнение каналов, защитный интервал. Частотное ортогональное уплотнение каналов OFDMA. Кодовое уплотнение каналов, обобщенная структура, ортогональные и квазиортогональные ансамбли сигналов. Синхронное кодовое уплотнение каналов. Асинхронное кодовое уплотнение каналов, системная помеха. Широкополосные каналы связи. Широкополосные сигналы, база сигнала, коэффи- | 8 | ПК-6 |

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|------|
| | циент расширения спектра Преобразование формы и спектра сигнала в широкополосном канале с прямым расширением спектра. | | |
| | Итого | 8 | |
| 4 Псевдослучайные последовательности в многоканальных системах связи | Алгоритм формирования линейных ПСП, структурная схема генератора линейной ПСП. Нелинейные ПСП, структурная схема генератора нелинейной ПСП с внешней и внутренней логической функцией. Линейные ПСП максимальной длины, структурная схема генератора М-последовательности. | 2 | ПК-6 |
| | Итого | 2 | |
| 5 Принцип повторного использования частот в сотовых системах связи | Дуплексный режим работы каналов связи. Принцип повторного использования частот. Понятие о многоэлементном кластере | 2 | ПК-6 |
| | Итого | 2 | |
| 6 Системы мобильной связи второго поколения | Система транковой связи TETRA. Временная структура группового потока. Обобщенная структура канала. Канальный уровень. Логические пакеты, структура пакетов, назначение полей. модуляция. Система мобильной связи с кодовым разделением каналов. Стандарт IS-95 Общая характеристика системы, технические параметры. Состав, назначение и организация кодовых каналов базовой станции. Организация канала трафика БС, структура канала Мобильная станция. Ансамбли кодирующих ПСП и их назначение Состав, назначение и организация кодовых каналов мобильной станции. | 8 | ПК-6 |
| | Итого | 8 | |
| 7 Системы мобильной связи третьего поколения | Структура физического канала мобильной станции UMTS, многоскоростная система кодирования данных. Организация кодовых каналов мобильной станции UMTS. | 2 | ПК-6 |
| | Итого | 2 | |
| 8 Системы мобильной связи четвертого поколения | Системы радиодоступа WiMax и LTE. Распределение частотно-временного ресурса. Организация множественного доступа в локальные сети в системе LTE. | 4 | ПК-6 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 36 | |

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| Наименование дисциплин | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин | | | | | | | |
|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Предшествующие дисциплины | | | | | | | | |
| 1 Общая теория радиосвязи | | | + | | | | | |
| 2 Проектирование устройств приема и обработки сигналов | | + | | + | | | | |
| 3 Устройства генерирования и формирования сигналов | | | + | + | | | | |

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

| Компетенции | Виды занятий | | | | Формы контроля |
|-------------|--------------|----------------------|---------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа | |
| ПК-6 | + | + | + | + | Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию |

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

| Методы | Интерактивные практические занятия | Интерактивные лабораторные занятия | Интерактивные лекции | Всего |
|----------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------|-------|
| 7 семестр | | | | |
| Презентации с использованием слайдов с обсуждением | | | 8 | 8 |
| Работа в команде | | 5 | | 5 |
| Решение ситуационных | 8 | | | 8 |

| | | | | |
|-------------------|---|---|---|----|
| задач | | | | |
| Итого за семестр: | 8 | 5 | 8 | 21 |
| Итого | 8 | 5 | 8 | 21 |

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------|
| 7 семестр | | | |
| 2 Методы цифровой модуляции в многоканальных цифровых системах связи | Исследование распространения сигналов в линиях связи | 4 | ПК-6 |
| | Исследование системы связи с АИМ-сигналами | 4 | |
| | Итого | 8 | |
| 3 Методы организации каналов множественного доступа | Исследование канала связи для передачи ИКМ-сигнала | 4 | ПК-6 |
| | Итого | 4 | |
| 6 Системы мобильной связи второго поколения | Исследование системы радиодоступа второго поколения | 4 | ПК-6 |
| | Итого | 4 | |
| 8 Системы мобильной связи четвертого поколения | Исследование системы радиодоступа четвертого поколения | 8 | ПК-6 |
| | Итого | 8 | |
| Итого за семестр | | 24 | |

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------|
| 7 семестр | | | |
| 1 Введение | Классификация цифровых систем передачи. Обобщённая структура цифрового канала. Энергетика канала связи. | 2 | ПК-6 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Методы цифровой модуляции в многоканальных цифровых системах связи | Многопозиционная квадратурная амплитудная модуляция. Ортогональное частотное мультиплексирование дан- | 8 | ПК-6 |

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----|------|
| | ных OFDM | | |
| | Итого | 8 | |
| 3 Методы организации каналов множественного доступа | Широкополосные каналы связи. Частотное ортогональное уплотнение каналов OFDMA. | 8 | ПК-6 |
| | Итого | 8 | |
| 4 Псевдослучайные последовательности в многоканальных системах связи | Алгоритмы формирования м-последовательностей и кодов Голда | 4 | ПК-6 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Принцип повторного использования частот в сотовых системах связи | Зона покрытия, много элементные кластеры. | 2 | ПК-6 |
| | Итого | 2 | |
| 6 Системы мобильной связи второго поколения | Система с кодовым разделением каналов стандарта IS-95. | 2 | ПК-6 |
| | Итого | 2 | |
| 7 Системы мобильной связи третьего поколения | Система с кодовым разделением каналов UMTS. | 2 | ПК-6 |
| | Итого | 2 | |
| 8 Системы мобильной связи четвертого поколения | Системы радиодоступа WiMax, системы LTE. | 8 | ПК-6 |
| | Итого | 8 | |
| Итого за семестр | | 36 | |

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7 семестр | | | | |
| 1 Введение | Проработка лекционного материала | 1 | ПК-6 | Конспект самоподготовки |
| | Итого | 1 | | |
| 2 Методы цифровой модуляции в многоканальных цифровых системах связи | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ПК-6 | Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Выполнение домашних заданий | 2 | | |
| | Итого | 8 | | |
| 3 Методы организации | Проработка лекционного | 2 | ПК-6 | Конспект самоподготовки |

| | | | | |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----|------|--------------------------------------------------------------------------|
| каналов множественного доступа | материала | | | ки, Отчет по лабораторной работе |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Итого | 6 | | |
| 4 Псевдослучайные последовательности в многоканальных системах связи | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ПК-6 | Опрос на занятиях |
| | Итого | 4 | | |
| 6 Системы мобильной связи второго поколения | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПК-6 | Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Итого | 8 | | |
| 7 Системы мобильной связи третьего поколения | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПК-6 | Домашнее задание, Конспект самоподготовки |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Итого | 3 | | |
| 8 Системы мобильной связи четвертого поколения | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 8 | ПК-6 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 8 | | |
| | Итого | 18 | | |
| Итого за семестр | | 48 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 84 | | |

9.1. Темы домашних заданий

1. Методы цифровой модуляции в многоканальных цифровых системах связи

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

| Элементы учебной деятельности | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|-------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------|
|-------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------|

| 7 семестр | | | | |
|------------------------------|----|----|----|-----|
| Домашнее задание | 8 | 8 | 4 | 20 |
| Конспект самоподготовки | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Опрос на занятиях | 4 | 4 | 2 | 10 |
| Отчет по лабораторной работе | 10 | 10 | 5 | 25 |
| Итого максимум за период | 27 | 27 | 16 | 70 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Нарастающим итогом | 27 | 54 | 70 | 100 |

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

| Баллы на дату контрольной точки | Оценка |
|-------------------------------------------------------|--------|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 3 |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 2 |

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка (ГОС) | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS) |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------|
| 5 (отлично) (зачтено) | 90 - 100 | A (отлично) |
| 4 (хорошо) (зачтено) | 85 - 89 | B (очень хорошо) |
| | 75 - 84 | C (хорошо) |
| | 70 - 74 | D (удовлетворительно) |
| 65 - 69 | | |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 60 - 64 | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Цифровая мобильная радиосвязь [Текст] : учебное пособие для вузов / В. А. Галкин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Горячая линия - Телеком, 2012. - 592 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.)

2. Цифровая обработка сигналов : Учебное пособие для вузов / А. Б. Сергиенко. - 2-е изд. - СПб. : Питер, 2007. - 750[2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 70 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Волков Л.Н., и др. Системы цифровой радиосвязи: Учебн. пособие. - М.: Эко-Трендз, 2005. – 392с (наличие в библиотеке ТУСУР - 42 экз.)

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Многоканальные системы цифровой радиосвязи: Методическое пособие к лабораторным работам / Демидов А. Я. - 2012. 24 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/1609>, дата обращения: 14.03.2017.

2. Многоканальные цифровые системы передачи: Методическое пособие к практическим занятиям по специальностям для всех технических направлений радиотехнического факультета / Демидов А. Я. - 2014. 25 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/4185>, дата обращения: 14.03.2017.

3. Многоканальные системы цифровой радиосвязи: Учебно-методическое пособие по самостоятельной работе / Демидов А. Я. - 2012. 45 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/1598>, дата обращения: 14.03.2017.

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Ресурсы сети Интернет

12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. Образовательный портал ТУСУР, (<http://edu.tusur.ru>, <http://lib.tusur.ru>),
2. Google, Яндекс

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория, с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 3 этаж, ауд. 318. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Коммутатор D-Link Switch 24 port - 1шт.; 8 рабочих станций на базе процессоров AMD Athlon II X2; диагональ мониторов 20" 2 рабочих станций на базе процессоров Core 2 Duo; Операционная система: Microsoft Windows 7. Программное обеспечение: LibreOffice; Mozilla Firefox, Google Chrome; ClamAV; WinDjView; Adobe Reader; 7-Zip; Qucs; Scilab; Qt Framework; Altera Quartus Prime Lite Edition; PTC Mathcad 14; Keysight SystemVue; Keysight Advanced Design System (ADS); Keysight Electromagnetic Professional (EMPro). Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения практических лабораторных работ используется учебная аудитория, распо-

ложенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 3 этаж, ауд. 309. Состав оборудования: 10 рабочих станций на базе процессоров Intel Core i5; диагональ мониторов 23"-24". Операционная система: Microsoft Windows 7. Программное обеспечение: LibreOffice; Mozilla Firefox, Google Chrome; ClamAV; WinDjView; Adobe Reader; 7-Zip; Qucs; Scilab; Qt Framework; Velleman PcLab2000LT; Altera Quartus Prime Lite Edition; PTC Mathcad 14; Keysight SystemVue; Keysight Advanced Design System (ADS); Keysight Electromagnetic Professional (EMPro)

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для проведения практических лабораторных работ используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 3 этаж, ауд. 313. Состав оборудования: 5 рабочих станций на базе процессоров Core 2 Duo; диагональ мониторов 19" Операционная система: Microsoft Windows XP Программное обеспечение: Microsoft Office; Mozilla Firefox, Google Chrome; ClamAV; WinDjView; Adobe Reader; 7-Zip; Qucs; Scilab; Mathcad 13; Mathworks Matlab 7.3

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

При обучении студентов **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

| Категории студентов | Виды дополнительных оценочных средств | Формы контроля и оценки результатов обучения |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| С нарушениями слуха | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы | Преимущественно письменная проверка |
| С нарушениями зрения | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам | Преимущественно устная проверка (индивидуально) |
| С нарушениями опорно-двигательного | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к | Преимущественно дистанционными методами |

| аппарата | зачету | |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы | Преимущественно проверка методами, исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)**

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«__» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Многоканальные цифровые системы передачи

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **11.03.01 Радиотехника**

Направленность (профиль): **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**

Кафедра: **РЗИ, Кафедра радиоэлектроники и защиты информации**

Курс: **4**

Семестр: **7**

Учебный план набора 2014 года

Разработчики:

- зав.кафедрой каф. ТОР А. Я. Демидов
- доцент каф.ТОР К. Ю. Попова

Экзамен: 7 семестр

Томск 2017

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

| Код | Формулировка компетенции | Этапы формирования компетенций |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-6 | готовностью выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования | <p>Должен знать принципы построения современных систем цифровой связи; - методы расчета типовых аналоговых и цифровых устройств многоканальных цифровых систем передачи информации; современные и перспективные направления развития телекоммуникационных сетей и систем; принципы синхронизации в современных системах цифровой связи; основные причины возникновения ошибок при передаче цифровой информации по линейным трактам современное состояние цифровых устройств обработки сигналов и перспективные направления её развития; требования стандартизации, метрологического обеспечения при разработке и эксплуатации устройств и систем электросвязи. ;</p> <p>Должен уметь формулировать основные технические требования к цифровым системам; проводить математический анализ физических процессов в аналоговых и цифровых устройствах формирования, преобразования и обработки сигналов, оценивать реальные и предельные возможности пропускной способности и помехоустойчивости телекоммуникационных систем. оценивать основные проблемы, связанные с эксплуатацией и внедрением цифровых систем передачи в современные телекоммуникационные сети объяснять назначение и принципы работы основных узлов цифровых систем передачи ;</p> <p>Должен владеть навыками экспериментального исследования работы устройств цифровой связи в рамках физического и математического моделирования; навыками оценки влияния различных факторов на основные параметры каналов и трактов цифровых систем передачи; навыками компьютерного</p> |

| | | |
|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | проектирования и расчета аналоговых, цифровых и микропроцессорных телекоммуникационных устройств. ; |
|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Отлично (высокий уровень) | Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем | Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы |
| Хорошо (базовый уровень) | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования | Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | Обладает базовыми общими знаниями | Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач | Работает при прямом наблюдении |

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-6

ПК-6: готовностью выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Содержание этапов | принципы построения современных систем цифровой связи; методы расчета типовых аналоговых и цифровых устройств многоканальных цифровых систем передачи информации; - современные и перспективные направления развития телекоммуникационных сетей и систем; - принципы синхронизации в современных системах цифровой связи; - основные причины возникновения ошибок при передаче цифровой ин- | формулировать основные технические требования к цифровым системам; проводить математический анализ физических процессов в аналоговых и цифровых устройствах формирования, преобразования и обработки сигналов, оценивать реальные и предельные возможности пропускной способности и помехоустойчивости телекоммуникационных систем; оценивать основные проблемы, связанные с эксплуатацией и | навыками экспериментального исследования работы устройств цифровой связи в рамках физического и математического моделирования; навыками оценки влияния различных факторов на основные параметры каналов и трактов цифровых систем передачи; навыками компьютерного проектирования и расчета аналоговых, цифровых и микропроцессорных телекоммуникационных устройств. |

| | | | |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | формации по линейным трактам современное состояние цифровых устройств обработки сигналов и перспективные направления её развития; требования стандартизации, метрологического обеспечения при разработке и эксплуатации устройств и систем электросвязи. | внедрением цифровых систем передачи в современные телекоммуникационные сети; объяснить назначение и принципы работы основных узлов цифровых систем передачи. | |
| Виды занятий | <ul style="list-style-type: none"> • Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа; | <ul style="list-style-type: none"> • Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа; | <ul style="list-style-type: none"> • Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> • Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Отчет по практическому занятию; • Экзамен; | <ul style="list-style-type: none"> • Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Отчет по практическому занятию; • Экзамен; | <ul style="list-style-type: none"> • Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Отчет по практическому занятию; • Экзамен; |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Отлично (высокий уровень) | <ul style="list-style-type: none"> • Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости; | <ul style="list-style-type: none"> • Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений.; | <ul style="list-style-type: none"> • Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы; |
| Хорошо (базовый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> • Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области ; | <ul style="list-style-type: none"> • Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования; | <ul style="list-style-type: none"> • Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем; |

| | | | |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Удовлетворительный (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> • Обладает базовыми общими знаниями; | <ul style="list-style-type: none"> • Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач; | <ul style="list-style-type: none"> • Работает при прямом наблюдении; |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Вопросы на самоподготовку

- Квадратурное представление узкополосного сигнала.
- Многопозиционная квадратурная амплитудная модуляция QAM-M.
- OFDM модуляция, циклический префикс
- Классификация методов уплотнения каналов.
- Широкополосные сигналы, база сигнала, коэффициент расширения спектра
- Псевдослучайные последовательности, алгоритм формирования линейных ПСП, структурная схема генератора линейной ПСП
- Линейные ПСП максимальной длины, структурная схема генератора M-последовательности.
- Стандарт IS-95. Организация канала трафика БС, структура канала
- LTE – метод организации каналов множественного доступа.
- LTE – Нисходящий канал, физические каналы, ресурсная сетка, ресурсные блоки.
- LTE – Нисходящий канал, формирование OFDM символа, основные процедуры.
- LTE – структура кадра типа 2 (TDD), слоты, субфреймы.

3.2 Темы домашних заданий

- Широкополосные каналы связи. Частотное ортогональное уплотнение каналов OFDMA.

3.3 Темы опросов на занятиях

- Дуплексный режим работы каналов связи. Принцип повторного использования частот. Понятие о многоэлементном кластере

3.4 Экзаменационные вопросы

- Квадратурное представление узкополосного сигнала, квадратурная модуляция.
- Многопозиционная квадратурная амплитудная модуляция QAM-M.
- Частотная манипуляция с минимальным сдвигом MSK.
- Модуляция $\pi/4$ DQPSK.
- Ортогональная модуляция.
- Ортогональное частотное мультиплексирование данных OFDM.
- OFDM модуляция - циклический префикс
- Методы организации каналов множественного доступа.
- Частотное не ортогональное уплотнение каналов, защитный интервал.
- Временное уплотнение каналов, защитный интервал/
- Частотное ортогональное уплотнение каналов OFDMA
- Кодовое уплотнение каналов, обобщенная структура.
- Широкополосные каналы связи. Широкополосные сигналы, база сигнала, коэффициент расширения спектра.
- Псевдослучайные последовательности, алгоритм формирования линейных ПСП, структурная схема генератора линейной ПСП.
- Нелинейные ПСП, структурная схема генератора нелинейной ПСП с внешней и внутренней логической функцией.
- Линейные ПСП максимальной длины, структурная схема генератора M-последовательности.

ности.

- Принцип повторного использования частот в сотовых системах связи. Дуплексный режим работы.
- Система транковой связи TETRA. Временная структура группового потока. Обобщенная структура канала.
- Система мобильной связи с кодовым разделением каналов. Стандарт IS-95 Общая характеристика системы, технические параметры.
- Стандарт IS-95. Базовая станция. Ансамбли кодирующих ПСП и их назначение.
- Стандарт IS-95. Состав, назначение и организация кодовых каналов базовой станции.
- LTE – метод организации каналов множественного доступа, структура кадра типа 2 (TDD), слоты, субфреймы.
- LTE – Нисходящий канал (Downlink), физические каналы, ресурсная сетка, ресурсные блоки.
- LTE – Нисходящий канал, формирование OFDMA символа, основные процедуры.

3.5 Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

- Многопозиционная квадратурная амплитудная модуляция. Ортогональное частотное мультиплексирование данных OFDM

3.6 Темы лабораторных работ

- Исследование распространения сигналов в линиях связи
- Исследование системы связи с АИМ-сигналами
- Исследование канала связи для передачи ИКМ-сигнала
- Исследование системы радиодоступа второго поколения
- Исследование системы радиодоступа четвертого поколения

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Цифровая мобильная радиосвязь [Текст] : учебное пособие для вузов / В. А. Галкин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Горячая линия - Телеком, 2012. - 592 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.)
2. Цифровая обработка сигналов : Учебное пособие для вузов / А. Б. Сергиенко. - 2-е изд. - СПб. : Питер, 2007. - 750[2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 70 экз.)

4.2. Дополнительная литература

1. Волков Л.Н., и др. Системы цифровой радиосвязи: Учебн. пособие. - М.: Эко-Трендз, 2005. – 392с (наличие в библиотеке ТУСУР - 42 экз.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Многоканальные системы цифровой радиосвязи: Методическое пособие к лабораторным работам / Демидов А. Я. - 2012. 24 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/1609>, свободный.
2. Многоканальные цифровые системы передачи: Методическое пособие к практическим занятиям по специальностям для всех технических направлений радиотехнического факультета / Демидов А. Я. - 2014. 25 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/4185>, свободный.
3. Многоканальные системы цифровой радиосвязи: Учебно-методическое пособие по самостоятельной работе_ / Демидов А. Я. - 2012. 45 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/1598>, свободный.

4.4. Ресурсы сети Интернет

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Образовательный портал ТУСУР, (<http://edu.tusur.ru>, <http://lib.tusur.ru>),
2. Google, Яндекс